

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ЛАЗЕРНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ГЕТЕРОГЕННЫХ СИСТЕМ

Гамов¹ Д.Л., Еремеев^{1,2} Р.С.

Научный руководитель: Хан В.А., д.т.н.

¹НИ Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

²ФЯО «Горно-химический комбинат», Красноярский край, г. Железногорск, ул. Ленина, 53

E-mail: gdl@tpu.ru

Аэрозольные системы могут возникать в природных и технологических процессах. Появление конденсированной фазы может оказать существенное влияние на процессы химических превращений, теплообмена внутри системы и с окружающей средой, электрофизических явлений в низкотемпературной плазме, процессы разделения изотопов в газовой среде. Поэтому разработка новых методов диагностики параметров гетерогенных систем имеют несомненную актуальность.

Известны два основных метода диагностики гетерогенных систем: контактные и дистанционные. Несомненным преимуществом методов определения гранулометрического состава путем отбора пробы на подложки является возможность определения гранулометрического состава различными прямыми методами. При этом возможна достаточно высокая точность определения размеров дисперсных частиц. Однако, контактные методы не позволяют получать данные о гранулометрическом составе конденсированной фазы в процессе её формирования в плазменной системе. Эти методы также искажают функцию распределения дисперсных частиц по размерам при отборе конденсированной фазы из объема, в котором возможны химические превращения или фазовые переходы. Гранулометрический состав также может искажаться в результате коагуляции дисперсных частиц на поверхности подложки.

Преимущества лазерных методов связаны с малыми искажениями процессов, например, протекающих в плазменных условиях. Лазерные методы приводят к решению обратной задачи, математические подходы к которой хорошо разработаны и описаны в литературе. Обратные методы приводят, при невысокой экспериментальной точности, к значительному увеличению погрешности получаемых данных.

При лазерной диагностике ультрадисперсных частиц используется метод спектральной прозрачности, в котором гранулометрический состав определяют по искажению спектрального состава излучения, прошедшего гетерогенный поток. Современная спектральная аппаратура позволяет регистрировать неограниченный объем информации во времени и в широком диапазоне спектра. Широко доступны направленные источники оптического излучения широкого спектра: волоконные лазеры, светодиоды. Однако, небольшое увеличение объема обрабатываемых экспериментальных данных приводит к значительному увеличению времени расчета.

Поэтому нами разрабатывается подход, основанный на формировании нескольких пересекающихся выборок из полного набора экспериментальных данных и решении, с этими группами данных, обратной задачи по известным алгоритмам. Для этого экспериментально регистрировали спектры пропускания аэрозолей, содержащих ультрадисперсные частицы. Размеры частиц были определены предварительно с помощью SEM-изображений. Формировали до 10 групп по 7 значениям спектральных коэффициентов пропускания. При этом в каждую группу входило значение коэффициента пропускания в максимуме спектрального хода этих коэффициентов. Эти группы последовательно обрабатывали с учетом остальных решений. Сравнение значений модальных радиусов полученных решений показывает, что модальные радиусы 65% результатов расчетов объединяются в компактно расположенную группу. Установлено, что максимум кривой распределения по размерам, определенный из SEM-изображений, находится в диапазоне размеров, в которой группируются модальные размеры.

В докладе приводятся и анализируются результаты исследования влияния внешнего постоянного магнитного поля на процесс формирования частиц сажи при охлаждении низкотемпературной углеродной плазмы. В качестве плазмообразующего газа использовали аргон. Низкотемпературная плазма возбуждалась с помощью дугового разряда, в котором в качестве одного из электродов использовали графит цилиндрической формы.

Анализ полученных результатов показывает следующее. Образующееся без внешнего магнитного поля конденсированная фаза представлена частицами в широком диапазоне размеров. При этом гранулометрический состав конденсированной фазы нестабилен во времени. В постоянном магнитном поле 10-90 мТл распределение дисперсных частиц по размерам более стабильно во времени и имеет более узкий диапазон размеров, чем без поля.

Исследования финансировались в рамках гранта РФФИ №16-08-00246.